

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ И СВОЙСТВАМ<sup>1</sup>

**Л.Ф. ГОЛДОВСКАЯ-ПЕРИСТАЯ,  
В.А. ПЕРИСТЫЙ,  
А.А. ШАПОШНИКОВ,  
Е.А. ДЕНИСОВ**

*Белгородский государственный  
университет*

*e-mail: peristay@bsu.edu.ru*

В работе представлены результаты исследования качества питьевой воды в 12-ти районных центрах Белгородской области. По общей минерализации и рН питьевая вода удовлетворяет гигиеническим требованиям. Установлено превышение гигиенического норматива по жесткости, основную долю которой составляет карбонатная жесткость. Концентрация железа превышает предельно допустимую в несколько раз. Дана биохимическая оценка качества воды с возможными последствиями для здоровья человека.

Ключевые слова: подземные воды, питьевая вода, жесткость, кальций, магний, железо, гигиенический норматив качества.

Мониторинг качества подземных вод Белгородской области, используемых для питьевых целей, ведется нами с 2002 года. Настоящая работа является продолжением исследования, результаты которого были опубликованы в издании: Научные ведомости БелГУ [1]. В указанной публикации была дана гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения в 9-ти районных центрах Белгородской области. В данной работе представлены результаты исследования химического состава и свойств питьевой воды в других 12-ти районных центрах. Полученные результаты позволят дать объективную оценку качества питьевой воды в целом по области.

В последние годы отмечается повышенное внимание исследователей во всем мире к проблеме истощения на планете запасов пресной воды и ухудшения ее качества. Такой интерес к данной проблеме вполне объясним. Ведь от качества питьевой воды во многом зависит здоровье человека. С водой человек получает от 1 до 25% суточной потребности минеральных веществ. Химические элементы, поступающие внутрь организма человека с водой и особенно с минеральной, быстрее и лучше усваиваются, чем поступившие с продуктами питания [2].

В России и, в частности, Белгородской области действует программа улучшения качества жизни, одним из направлений которой является здоровьесбережение. Потребление чистой питьевой воды – важнейший фактор улучшения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Основным источником питьевых вод в Белгородской области являются подземные воды. Для централизованного питьевого водоснабжения используется вода только подземных источников. Химический состав подземных вод формируется под влиянием многих природных факторов и в различных географических зонах имеет свои региональные особенности. Он редко сбалансирован в благоприятном для организма соотношении и, обычно, характеризуется избыточным или недостаточным содержанием тех или иных макро, микро – и ультрамикроэлементов. Под действием техногенных факторов может происходить изменение химического состава подземных вод, их загрязнение.

На территории Белгородской области распространен турон-маастрихтский водоносный горизонт. На эксплуатации вод этого горизонта базируется централизованное водоснабжение города Белгорода и ряда других городов области (Шебекино, Грайворон, Борисовка, Короча) и, в целом, юго-западных районов КМА. Воды турон-маастрихтского горизонта по качеству разнообразны. Преимущественно это гидрокар-

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке гранта БелГУ ВКГ 041-08.



бонатные кальциевые и кальциево-натриевые воды с минерализацией 300-450 мг·л<sup>-1</sup>, умеренно жесткие, но в направлении на юго-запад могут встречаться сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные воды с минерализацией 500-600 мг·л<sup>-1</sup>, с жесткостью до 14-15 ммоль·л<sup>-1</sup> [3].

На территории области имеет повсеместное распространение альб-сеноманский водоносный горизонт. В западной части области он залегает на глубине 300 – 500 м, в восточной – на глубине 30 – 150 м. Воды этого горизонта пресные, гидрокарбонатные кальциевые, с минерализацией 400 – 600 мг·л<sup>-1</sup>. Они характеризуются повышенным содержанием железа. На водах этого горизонта базируется водоснабжение городов и поселков северной и северо-восточной частей области (Старый Оскол, Губкин, Новый Оскол, Чернянка и др.). Однако ввиду их неглубокого залегания и отсутствия перекрывающего водоупора, этот горизонт является незащищенным от загрязнения. В западных районах области воды альб-сеноманского водоносного горизонта используются для водоснабжения населенных пунктов, расположенных на водораздельных пространствах, где турон-маастрихтский водоносный горизонт является практически безводным [3].

Прогнозные ресурсы пресных питьевых подземных вод (тыс. м куб. /сутки) в Белгородской области составляют 2200, разведанные запасы – 1428, используется разведанных запасов 547 (по состоянию на 2004 год) [4]. Месторождения пресных питьевых вод в основном расположены в Белгородском, Старооскольском, Чернянском и Губкинском районах [4].

Целью данной работы явилась оценка качества подземных вод Белгородской области, используемых для питьевых целей, по нескольким химическим показателям: общей минерализации, кислотно-основным свойствам (рН), общей и карбонатной жесткости, концентрации катионов кальция и магния и содержанию общего железа (II и III). Названные показатели входят в перечень гигиенических требований к качеству питьевой воды и имеют важное региональное значение.

#### **Материалы и методы исследования**

Для исследования были взяты пробы воды централизованной системы питьевого водоснабжения (водопроводной воды) в 12-ти районных центрах Белгородской области (Бирюч, Борисовка, Валуйки, Волоконовка, Грайворон, Губкин, Красное, Новый Оскол, Прохоровка, Ровеньки, Строитель, Чернянка).

Для определения состава и свойств питьевой воды использовали стандартные методы [5]. Общую минерализацию (сухой остаток) определяли весовым анализом; кислотно-основные свойства – потенциометрическим методом; карбонатную жесткость – методом кислотного титрования; общую жесткость, концентрации ионов кальция и магния – хелатометрически с трилоном Б в присутствии соответствующего индикатора; массовую концентрацию общего железа – методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

#### **Результаты и обсуждение**

Общая минерализация исследуемой воды централизованной системы питьевого водоснабжения находится в пределах 460 – 610 мг·л<sup>-1</sup>, что не превышает гигиенический норматив 1000 мг·л<sup>-1</sup> [6,7]. По этому показателю исследуемые воды относятся к умеренно минерализованным. Сравнительно высокой минерализацией (920 – 1040 мг·л<sup>-1</sup>) характеризуется водопроводная вода в п. Ровеньки.

По значению рН (6,8 – 7,2) исследуемая водопроводная вода относится к группе практически нейтральных природных вод. Несколько большее значение рН=7,5 имеет вода в п. Ровеньки. Все пробы воды удовлетворяют гигиеническому требованию, согласно которому рН питьевой воды не должен выходить за пределы интервала 6,5 – 8,5 [6]. Другие полученные нами показатели качества воды представлены в таблице.

**Химический состав и свойства водопроводной воды  
Белгородской области**

№ п/п	Название населенного пункта	Жесткость, ммоль·л <sup>-1</sup>		Доля Карбонатной жесткости, %	Концентрация, мг·л <sup>-1</sup>			Молярное отношение Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>
		Общая	Карбонатная		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe общ.	
1	Бiryuch	9,0	6,4	71,1	128	32	1,43	2,4
2	Борисовка	7,6	5,8	76,3	116	22	0,67	3,2
3	Валуйки	7,2	6,0	83,3	112	19	0,89	3,5
4	Волоконовка	7,4	6,0	81,1	116	19	1,49	3,7
5	Грайворон	8,8	7,8	88,6	112	39	2,00	1,7
6	Губкин	9,8	6,8	69,4	140	32	0,43	2,6
7	Красное	8,4	7,2	85,7	124	27	1,56	2,7
8	Новый Оскол	7,6	5,4	71,0	116	22	2,16	3,2
9	Прохоровка	5,8	5,6	96,5	104	7	0,47	9,0
10	Ровеньки	11,0	5,2	47,3	156	39	0,77	2,4
11	Стронтель	7,8	6,6	84,6	136	12	0,81	6,8
12	Чернянка	8,0	6,8	85,0	124	22	2,28	3,4
	Гигиенический норматив качества питьевой воды, не более	7,0 (10) <sup>а)</sup>	–	–	–	–	0,3 (1,0) <sup>а)</sup>	–

<sup>а)</sup>Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача на соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой водоподготовки.

По значению жесткости (5,8 – 9,8 ммоль·л<sup>-1</sup>) водопроводная вода относится к группе жестких вод, для которых интервал жесткости по существующей классификации составляет 5,4 – 10,7 ммоль·л<sup>-1</sup> [8]. Только в Прохоровке жесткость воды (5,8 ммоль·л<sup>-1</sup>) не превышает установленный гигиенический норматив 7 ммоль·л<sup>-1</sup> [6]. В остальных районах отмечается превышение этого норматива. Очень жесткой является водопроводная вода в п. Ровеньки (11 ммоль·л<sup>-1</sup>). Эта вода является весьма неблагоприятной для здоровья еще и потому, что в ней невелика доля карбонатной жесткости (47%), которая обычно устраняется кипячением. В других же пробах основную долю (69 – 96%) составляет карбонатная жесткость. В результате систематического употребления жесткой воды развиваются патологические изменения в организме человека: мочекаменная болезнь, склероз, гипертоническая болезнь [2].

Как показывают проведенные нами исследования, жесткость белгородской воды в основном обусловлена ионами кальция. Минимальное значение концентрации ионов кальция обнаружено нами в Прохоровке ( $104 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) и максимальное – в Ровеньках ( $156 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). Превышение физиологического норматива  $130 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$  отмечается в трех районных центрах (Строитель, Губкин и Ровеньки). Концентрация ионов магния значительно меньше и в большинстве районов составляет  $19 - 39 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ . Меньшее содержание магния наблюдается в водопроводной воде п. Строитель ( $12 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) и п. Прохоровка ( $7 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). Последнее значение приближается к нижней границе норматива физиологической полноценности ( $5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). В питьевой воде указанных районных центров наблюдается явный дисбаланс этих важнейших макрокатюионов пресных подземных вод. В водоносных горизонтах, содержащихся в осадочных породах, количество кальция обычно в 2 – 4 раза выше, чем магния. В водах изверженных пород это соотношение может изменяться в сторону увеличения количества магния. В исследованных нами подземных водах, используемых для централизованного водоснабжения, отношение концентраций ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  (выраженных в ммоль-эквивалентах на литр) в большинстве проб также составляет 2 – 4 (табл.). Однако в воде поселков Строитель и Прохоровка количество ионов кальция больше, чем ионов магния, соответственно в 6,8 и 9 раз. Некоторые исследователи считают, что отмечаемое благоприятное влияние жестких вод на сердечно – сосудистую систему обусловлено ионами магния [2]. У населения, употребляющего воду с низким содержанием магния, обнаружена более высокая заболеваемость коронарной болезнью. Ион кальция обычно бывает антагонистом иона магния в биохимических процессах. Так, ионы кальция подавляют активность многих ферментов, активируемых ионами магния, например, аденозинтрифосфатазу. Рассматривая биохимическую роль катионов кальция и магния, следует отметить определенную защитную функцию кальция в организме человека – его способность конкурировать с ионами тяжелых металлов за специфический белок. Ионы кальция способствуют уменьшению токсичности тяжелых металлов [2]. О физиологическом значении кальция и магния, последствиях для здоровья избыточного и недостаточного содержания их в питьевой воде более подробно было сказано в предыдущей публикации [1]. В результате исследований ряда авторов были установлены минимальные и максимальные концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в питьевых водах, вызывающие нарушение функций органов и систем организма человека [9,10]. При этом отмечается, что для вод гидрокарбонатного класса оптимальным следует считать концентрации:  $\text{Ca}^{2+}$   $60 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$   $26 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$  [11]. Содержание кальция во всех исследованных нами водах превышает указанную концентрацию, а магния – ближе к оптимальному значению.

Следующим показателем качества питьевой воды является содержание общего железа (II и III). Результаты, представленные в таблице, показывают, что в водопроводной воде всех указанных районов концентрация железа превышает предельно допустимую ( $0,3 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) в 1,6 – 7,6 раза. Наиболее высокие концентрации железа выявлены в водопроводной воде в Чернянке, Новом Осколе и Грайвороне.

Железо, как и другие жизненно необходимые (эссенциальные) элементы, при превышении гомеостатических концентраций может проявлять токсические свойства. Избыточное железо может индуцировать реакции свободнорадикального окисления липидов с последующим повреждением мембран митохондрий, микросом и других клеточных органелл. Накопление избыточного количества железа приводит к нарушениям функции печени, поджелудочной железы, расстройству деятельности желез внутренней секреции и сердечно – сосудистой системы. Существуют эпидемиологические данные о зависимости концентраций железа и сердечно – сосудистых заболеваний [12].

### Выводы

Проведенные исследования качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения в 12-ти районных центрах Белгородской области позволяют сделать следующие выводы:

По общей минерализации и кислотно-основным свойствам (рН) питьевые воды удовлетворяют гигиеническим требованиям и относятся к группе умеренно минерализованных, практически нейтральных природных вод.

Исследуемая вода в 92% районных центров превышает гигиенический норматив жесткости  $7 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$ . Основную долю ( $69 - 96\%$ ) составляет карбонатная жесткость.

Жесткость белгородской водопроводной воды в основном обусловлена ионами кальция, концентрация которых составляет 104 – 156 мг·л<sup>-1</sup>. Содержание ионов магния значительно меньше (7 – 39 мг·л<sup>-1</sup>). В питьевой воде некоторых районов наблюдается дисбаланс этих важнейших макрокатионов.

Концентрация железа превышает предельно допустимую в 1,6 – 7,6 раза.

В работе дана биохимическая оценка полученных результатов с возможными последствиями для здоровья человека.

#### Список литературы

1. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2007. - №4 – 124 с.
2. Мудрый И.В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) // Гигиена и санитария. – 1999. - №1. – С. 15 – 18.
3. Состояние окружающей природной среды Белгородской области в 1999 году (Ежегодный доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Белгородской области) / Сост. и ред. Е.Г. Глазунов. – Белгород, 2000. – 132 с.
4. Атлас "Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области": Учебно-справочное картографическое пособие / Под ред. Ф.Н. Лисецкого. – Белгород, 2005. – 179 с.
5. Государственный контроль качества воды. – М. ИПК: Изд-во стандартов, 2001. – 698 с.
6. СанПиН 2.1.4. 1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".
7. СанПиН 2.1.4. 1116-02 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества".
8. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А., Сметанников Ю.В., Малков А.В., Додонова А.А. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
9. Евдокимов В.И., Ковалева Г.И. Гигиенические проблемы централизованного питьевого водоснабжения Белгородской области // Региональные проблемы охраны здоровья населения Центрального Черноземья: Тез. докл. научно-практ. конф. – Белгород, 2000. – С. 158 – 164.
10. Новиков Ю.В., Плитман С.И. и др. Гигиеническое нормирование минимального уровня магния в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 1983. - №9. – С. 7 – 11.
11. Лутай Г.Ф. Химический состав питьевой воды и здоровье населения // Гигиена и санитария. – 1992. - №1. – С. 13 – 15.
12. Токсикологическая химия / Под ред. Т.В. Плетеневой. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2005. – 512 с.

### ESTIMATION OF QUALITY OF DRINKING WATER FROM WATER SUPPLY CENTRALIZED SYSTEM OF BELGOROD REGION BY CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES

**L.F. GOLDOVSKAYA-PERISTAYA,  
V.A. PERISTY,  
A.A. SHAPOSHNIKOV**

*Belgorod State University*

*e-mail: peristay@bsu.edu.ru*

The results of the determination of chemical composition of drinking water from water supply centralized system in Belgorod region are given. Drinking water meets hygienic requirements on total mineralization and pH values. The excess of water hardness mainly of carbonate origin is found. Concentration of iron ions is several times the sanitary limits. The biochemical evaluation of water quality and of its possible influence on human health is given.

Key words: subsoil water, drinking water, hardness, calcium, magnesium, iron, maximum concentration limit.